



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 102 15 962 A 1

⑲ Aktenzeichen: 102 15 962.9  
⑳ Anmeldetag: 11. 4. 2002  
㉑ Offenlegungstag: 30. 10. 2003

⑤① Int. Cl. 7:  
C 08 F 230/08  
C 08 G 77/442  
C 09 D 183/10  
C 09 D 11/08  
B 29 C 33/64  
C 08 F 218/04  
C 08 F 8/00

DE 102 15 962 A 1

⑦① Anmelder:  
Wacker Polymer Systems GmbH & Co. KG, 84489  
Burghausen, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Schuderer, M., Dr., 81737 München

⑦② Erfinder:  
Stark, Kurt, Dipl.-Chem. Dr., 84508 Burgkirchen, DE;  
Singer, Robert, Dipl.-Chem. Dr., 84489 Burghausen,  
DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 26 41 201 A1  
DD 65 457 A  
EP 07 57 033 A2  
EP 04 08 311 A2  
JP 59-2 02 225 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Silikonorganocopolymere und deren Verseifungsprodukte

⑤⑦ Gegenstand der Erfindung sind Silikonorganocopolymere und deren Verseifungsprodukte, erhältlich mittels Polymerisation in einem nichtwässrigen Lösungsmittel, in Gegenwart von Radikalinitiatoren, von  
a1)  $\geq 50$  Gew.-% eines oder mehrerer Monomere aus der Gruppe, umfassend Vinylester, von unverzweigten oder verzweigten Alkylcarbonsäuren mit 1 bis 15 C-Atomen, und  
a2) 0 bis 20 Gew.-% eines oder mehrerer Monomere aus der Gruppe, umfassend einfach ungesättigte Olefine sowie Diene, und  
b) 1 bis 50 Gew.-% von einem oder mehreren Silikonen mit der allgemeinen Formel  $R^1_a R_{3-a} SiO(SiR_2O)_n SiR_{3-a} R^1_a$ , wobei R gleich oder verschieden ist, und einen einwertigen, gegebenenfalls substituierten Alkylrest oder Alkoxyrest mit jeweils 1 bis 18 C-Atomen bedeutet,  $R^1$  eine polymerisierbare Gruppe bedeutet, a 0 oder 1 ist und n = 10 bis 1000, wobei 85 bis 100 Gew.-% der Silikone b) ein bis zwei polymerisierbare Gruppen enthalten, wobei Silikone b) mit nur einer polymerisierbaren Gruppe nur im Gemisch mit Silikonen b) mit zwei polymerisierbaren Gruppen und in einem Gewichtsverhältnis  $\leq 50/50$  eingesetzt werden, und  
c) 0 bis 10 Gew.-% von einem oder mehreren hydrolysierbaren Silan-Monomeren aus der Gruppe, umfassend ethylenisch ungesättigte, hydrolysierbare Siliciumverbindungen und hydrolysierbare Siliciumverbindungen aus der Gruppe der Mercaptosilane, wobei die Angaben in Gew.-% für die Komponenten a) bis c) jeweils auf das Gesamtgewicht der eingesetzten Monomere bezogen ...

DE 102 15 962 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft transparente, migrationsarme Silikonorganocopolymere mit definierter Schmelzrheologie, deren Verseifungsprodukte, Verfahren zu deren Herstellung, sowie deren Verwendung.

- 5 [0002] Festharze von Vinylesterpolymeren oder insbesondere von Vinylester-Ethylen-Copolymeren neigen häufig zum Verblocken. Es ist aus der EP-A 959114 bekannt, dass die Oberflächenklebrigkeit von Vinylester-Ethylen-Copolymeren durch Copolymerisation mit Propylen verringert werden kann. Weiter ist bekannt, dass Silikone gute Release-Eigenschaften haben, das heißt eine klebrige Stoffe abweisende Oberfläche haben. Abmischungen bzw. Blends von Vinylester-Festharzen mit Silikonen haben allerdings unbefriedigende Eigenschaften: Aufgrund der Unverträglichkeit von Vinylesterpolymer und Silikon kommt es zur Phasenseparation bzw. zur Ausbildung von Silikondomänen und damit zur Trübung der Festharze. Die Ausbildung von Silikondomänen und das Vorliegen nicht angebundenen Silikons führt darüber hinaus zu Migrationseffekten.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind eine Reihe von Verfahren bekannt, bei denen Organopolymere mit Silikonen in der Weise modifiziert werden, dass die Monomeren in Gegenwart eines Silikons polymerisiert werden:

- 15 Die EP-A 0352339 beschreibt Schutzanstriche für Betonkonstruktionen, welche Copolymerisate von Divinyl-Polydimethylsiloxan mit Acrylat- bzw. Methacrylategen und mit Vinyl- bzw. Acrylfunktionellen Alkoxysilanen als Lösung in organischen Lösungsmitteln enthalten. Wärmehärtbare Acrylharzlösungen in organischen Lösungsmitteln, welche zur Beschichtungen von Metallen, insbesondere Edelstahl eingesetzt werden, sind Gegenstand der EP-A 159894: Zur Verbesserung der Metallhaftung, insbesondere zur Verhinderung des Abblätterns der Beschichtung bei Verformung der beschichteten Metallteile, werden Acrylharzlösungen eingesetzt, von Copolymerisaten aus (Meth)acrylat, hydroxy- oder epoxyfunktionellem (Meth)acrylat, vinylfunktionellem Polysiloxan und vinylfunktionellem Silan. Zur Haftungsverbesserung werden die Polymerisate mittels organischen Zinnverbindungen als Vernetzungskatalysatoren nachvernetzt und thermisch ausgehärtet.

- 25 [0004] In der EP-B 771826 werden wässrige Bindemittel für Coatings und Klebemittel auf der Basis von Emulsionspolymerisaten von Vinylestern, Acryl- oder Methacrylsäureestern oder Vinylaromaten beschrieben, welche als Vernetzer Polysiloxane mit ungesättigten Resten, beispielsweise Vinyl-, Acryloxy- bzw. Methacryloxy-Gruppen, enthalten. Dabei wird das organische Monomer emulgiert und polymerisiert und nach einem bestimmten Zeitpunkt wird während der Reaktion das Silikon zugesetzt. Als Additive können niedermolekulare, polymerisierbare oder nicht polymerisierbare Silane nachträglich zugesetzt werden, die eine weitere, nachträgliche Vernetzung des Polymerisats mit Organozinnverbindungen ermöglichen.

- 30 [0005] In der EP-A 943634 werden wässrige Latices zur Verwendung als Beschichtungsmittel beschrieben, welche durch Copolymerisation von ethylenisch ungesättigten Monomeren in Gegenwart eines Silanolgruppen enthaltenden Siliconharzes hergestellt werden. Es bilden sich dabei interpenetrating networks (IPN) zwischen den Polymerketten und Polysiloxananketten. Die EP-A 1095953 beschreibt mit Silikon gefropfte Vinylcopolymere, wobei ein Carbosiloxan-Dendrimer auf dem Vinylpolymerisat aufgepfropft ist.

- 35 [0006] Der Einsatz von vinylfunktionalisierten Silikonen ist im Stand der Technik ebenfalls bekannt. Meist werden die Vinylsilikone mit H-Silikonen (Organohydrogenpolysiloxane) mittels eines Katalysator (meist Pt-Verbindung) im Zuge einer Hydrosilylierungsreaktion umgesetzt, was beispielsweise in der EP-A 545591 beschrieben wird. Die US-A 4987180 beschreibt die Emulsionspolymerisation eines radikalisch polymerisierbaren Silikons, das beispielsweise 40 Mercapto-, Vinyl- oder Methacryloxypropylgruppen entlang der Kette enthält und als Emulsion in Wasser vorliegt, mit Acryl- bzw. Methacrylestern, wobei bis zu 10 Gew.-% des (Meth)Acrylatmonomers durch weitere funktionalisierte Monomere, wie Glycidylmethacrylat (GMA), N-Methylolacrylamid (NMA) oder Acrylsäure, und bis zu 20 Gew.-% des (Meth)Acrylmonomers durch weitere Monomere, wie Styrol oder Vinylacetat, ersetzt werden können. Die Emulsion kann ferner mit H-Silikonen versetzt und anschließend mit einem Katalysator noch weiter vernetzt werden.

- 45 [0007] Polysiloxanvernetzte Styrol-Butadien-Copolymere sind aus der US-A 5086141 bekannt, wobei die vernetzten Copolymere nach dem Suspensionspolymerisationsverfahren hergestellt werden. Die US-A 5468477 betrifft Vinylsiloxanpolymerisate, welche durch Polymerisation in Gegenwart von Mercapto-funktionellem Silikon hergestellt werden.

- 50 [0008] Die DE-A 100 64 092 betrifft Polyorganosiloxane zur Herstellung abhäsiver Beschichtungen, welche ohne Zufuhr von thermischer Energie oder Strahlung aushärten. Es handelt sich dabei um Silikonblockcopolymere aus einer vernetzbaren Hartsegment-Polymerkomponente und einer Weichsegment-Polyorganosiloxan-Komponente. Diese Silikonblockcopolymere werden durch Kopplungsreaktion der Blocksegmente oder durch Polymerisation der Hartsegment-Komponente in Gegenwart von Polyorganosiloxan hergestellt.

- 55 [0009] Die mit diesen Verfahren zugänglichen Produkte können allerdings bezüglich der Transparenz, der Migration und des Schmelzverhaltens nicht befriedigen. Es bestand daher die Aufgabe, ein Vinylester-Festharz zur Verfügung zu stellen, welches sich durch hohe Transparenz, niedrige oder fehlende Migration, vorteilhafte Schmelzrheologie und damit durch ein exzellentes thermoplastisches Verarbeitungsverhalten auszeichnet.

[0010] Gegenstand der Erfindung sind Silikonorganocopolymere und deren Verseifungsprodukte, erhältlich mittels Polymerisation in einem nichtwässrigen Lösungsmittel, in Gegenwart von Radikalinitiatoren, von

- 60 a1)  $\geq 50$  Gew.-% eines oder mehrerer Monomere aus der Gruppe umfassend Vinylester von unverzweigten oder verzweigten Alkylcarbonsäuren mit 1 bis 15 C-Atomen, und  
a2) 0 bis 20 Gew.-% eines oder mehrerer Monomere aus der Gruppe umfassend einfach ungesättigte Olefine sowie Diene, und  
b) 1 bis 50 Gew.-% von einem oder mehreren Silikonen mit der allgemeinen Formel  
65  $R^1_a R_{3-a} SiO(SiR_2O)_n SiR_{3-a} R^1_a$ , wobei R gleich oder verschieden ist, und einen einwertigen, gegebenenfalls substituierten, Alkylrest oder Alkoxyrest mit jeweils 1 bis 18 C-Atomen bedeutet,  $R^1$  eine polymerisierbare Gruppe bedeutet, a 0 oder 1 ist, und n = 10 bis 1000,

wobei 85 bis 100 Gew.-% der Silikone b) ein bis zwei polymerisierbare Gruppen enthalten, wobei Silikone b) mit nur einer polymerisierbaren Gruppe nur im Gemisch mit Silikonen b) mit zwei polymerisierbaren Gruppen und in einem Gewichtsverhältnis  $\leq 50/50$  eingesetzt werden, und

c) 0 bis 10 Gew.-% von einem oder mehreren hydrolysierbaren Silan-Monomeren aus der Gruppe umfassend ethylenisch ungesättigte, hydrolysierbare Siliciumverbindungen und hydrolysierbare Siliciumverbindungen aus der Gruppe der Mercaptosilane, wobei die Angaben in Gew.-% für die Komponenten a) bis c) jeweils auf das Gesamtgewicht der eingesetzten Monomere bezogen sind und sich auf 100 Gew.-% aufaddieren,

dadurch gekennzeichnet, dass als nichtwässriges Lösungsmittel ein Gemisch aus mindestens zwei nichtwässrigen Lösungsmitteln eingesetzt wird, von denen mindestens ein nichtwässriges Lösungsmittel eine Übertragungskonstante  $C_s$  zu Vinylacetat, von  $> 20 \times 10^{-4}$  bei 70°C aufweist, und gegebenenfalls Verseifung der damit erhältlichen Produkte.

[0011] Geeignete Vinylester a1) sind Vinylester von unverzweigten oder verzweigten Alkylcarbonsäuren mit 1 bis 15 C-Atomen. Bevorzugte Vinylester sind Vinylacetat, Vinylpropionat, Vinylbutyrat, Vinyl-2-ethylhexanoat, Vinylaurat, 1-Methylvinylacetat, Vinylpivalat und Vinylester von  $\alpha$ -verzweigten Monocarbonsäuren mit 5 bis 11 C-Atomen, beispielsweise VeoVa9<sup>R</sup> oder VeoVa10<sup>R</sup> (Handelsnamen der Firma Shell, (Vinylester von  $\alpha$ -verzweigten Monocarbonsäuren mit 9 oder 10 C-Atomen)). Besonders bevorzugt ist Vinylacetat. Geeignete Comonomere a2) sind Ethylen, Propylen, 1,3-Butadien und Isopren. Bevorzugt ist Ethylen.

[0012] Gegebenenfalls können noch 0.1 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der eingesetzten Monomere a), Hilfsmonomere copolymerisiert werden. Beispiele für Hilfsmonomere sind Vinylchlorid, Acryl- und Methacrylsäure und Monomere aus der Gruppe der Ester der Acrylsäure oder Methacrylsäure, wie Ester von unverzweigten oder verzweigten Alkoholen mit 1 bis 15 C-Atomen. Bevorzugte Methacrylsäureester oder Acrylsäureester sind Methylacrylat, Methylmethacrylat, Ethylacrylat, Ethylmethacrylat, Propylacrylat, Propylmethacrylat, n-, iso- und t-Butylacrylat, n-, iso- und t-Butylmethacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, Norbornylacrylat. Besonders bevorzugt sind Methylacrylat, Methylmethacrylat, n-, iso- und t-Butylacrylat, 2-Ethylhexylacrylat und Norbornylacrylat. Weitere Hilfsmonomere sind Glycidyl(meth)acrylat und ethylenisch ungesättigte Monocarbonsäuren, wie Crotonsäure, und Dicarbonsäuren, wie Fumarsäure und Maleinsäure; ethylenisch ungesättigte Carbonsäureamide und -nitrile, vorzugsweise Acrylamid und Acrylnitril; Mono- und Diester der Fumarsäure und Maleinsäure wie die Diethyl-, und Diisopropylester sowie Maleinsäureanhydrid, ethylenisch ungesättigte Sulfonsäuren bzw. deren Salze, vorzugsweise Vinylsulfonsäure, 2-Acrylamido-2-methyl-propansulfonsäure. Weitere Beispiele sind vorvernetzende Comonomere wie mehrfach ethylenisch ungesättigte Comonomere, beispielsweise Divinyladipat, Diallylmaleat, Allylmethacrylat, Butandioladiacrylat oder Triallylcyanurat, oder nachvernetzende Comonomere, beispielsweise Acrylamidoglykolsäure (AGA), Methylacrylamidoglykolsäuremethylester (MAGME), N-Methylolacrylamid (NMA), N-Methylolmethacrylamid, N-Methylolallylcarbammat, Alkylether wie der Isobutoxyether oder Ester des N-Methylolacrylamids, des N-Methylolmethacrylamids und des N-Methylolallylcarbamats.

[0013] Geeignete Silikone b) sind lineare oder verzweigte Polydialkylsiloxane mit einer Kettenlänge von 10 bis 1000, bevorzugt 20 bis 500 SiR<sub>2</sub>O-Einheiten. Vorzugsweise beträgt der Anteil an Silikon b) 5 bis 40 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Einheiten a), b) und gegebenenfalls c).

[0014] In der allgemeinen Formel  $R^1_a R_{3-a} SiO(SiR_2O)_n SiR_{3-a} R^1_a$  sind Beispiele für Reste R Methyl-, Ethyl-, n-Propyl-, iso-Propyl-, 1-n-Butyl-, 2-n-Butyl-, iso-Butyl-, tert.-Butyl-, n-Pentyl-, iso-Pentyl-, neo-Pentyl-, tert.-Pentylrest, Hexylreste wie der n-Hexylrest, Heptylreste wie der n-Heptylrest, Octylreste wie der n-Octylrest und iso-Octylreste wie der 2,2,4-Trimethylpentylrest, Nonylreste wie der n-Nonylrest, Decylreste wie der n-Decylrest, Dodecylreste wie der n-Dodecylrest, und Octadecylreste wie der n-Octadecylrest, Cycloalkylreste wie Cyclopentyl-, Cyclohexyl-, Cycloheptyl- und Methylcyclohexylreste. Bevorzugt handelt es sich bei dem Rest R um einen einwertigen Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, wie Methyl-, Ethyl-, n-Propyl-, Isopropyl-, n-Butyl-, sec-Butyl-, Amyl- und Hexyl-Rest, wobei der Methylrest besonders bevorzugt ist.

[0015] Bevorzugte Alkoxyreste R sind solche mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen wie Methoxy-, Ethoxy-, Propoxy- und n-Butoxyrest, welche gegebenenfalls noch mit Oxyalkylenresten wie Oxyethylen- oder Oxymethylen-Resten substituiert sein können. Besonders bevorzugt werden der Methoxy- und Ethoxyrest. Die genannten Alkylreste und Alkoxyreste R können gegebenenfalls auch substituiert sein, beispielsweise mit Halogen, Mercaptogruppen, epoxyfunktionellen Gruppen, Carboxygruppen, Ketogruppen, Enamingruppen, Aminogruppen, Aminoethylaminogruppen, iso-Cyanatogruppen, Aryloxygruppen, Alkoxyisilylgruppen und Hydroxygruppen.

[0016] Geeignete polymerisierbare Gruppen R<sup>1</sup> sind Alkenylreste mit 2 bis 8 C-Atomen. Beispiele für solche polymerisierbare Gruppen sind die Vinyl-, Allyl-, Butenyl-, sowie Acryloxyalkyl- und Methacryloxyalkyl-Gruppe, wobei die Alkylreste 1 bis 4 C-Atome enthalten. Bevorzugt werden die Vinylgruppe, 3-Methacryloxypropyl-, Acryloxymethyl- und 3-Acryloxypropyl-Gruppe.

[0017] Bevorzugt werden  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxane,  $\alpha,\omega$ -Di-(3-acryloxypropyl)-Polydimethylsiloxane,  $\alpha,\omega$ -Di-(3-methacryloxypropyl)-Polydimethylsiloxane. Bei den nur einfach mit ungesättigten Gruppen substituierten Silikonen sind  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxane,  $\alpha$ -Mono-(3-acryloxypropyl)-Polydimethylsiloxane,  $\alpha$ -Mono-(acryloxymethyl)-Polydimethylsiloxane,  $\alpha$ -Mono-(3-methacryloxypropyl)-Polydimethylsiloxane bevorzugt. Bei den monofunktionellen Polydimethylsiloxanen befindet sich am anderen Kettenende ein Alkyl- oder Alkoxyrest, beispielsweise ein Methyl- oder Butylrest.

[0018] Bevorzugt sind auch Gemische von linearen oder verzweigten Divinyl-Polydimethylsiloxanen mit linearen oder verzweigten Monovinyl-Polydimethylsiloxanen und/oder unfunktionalisierten Polydimethylsiloxanen (letztere besitzen keine polymerisierbare Gruppe). Die Vinylgruppen befinden sich am Kettenende. Beispiele für solche Gemische sind Silikone der lösemittelfreien Dehesive®-6-Reihe (verzweigt) oder Dehesive®-9-Reihe (unverzweigt) der Wacker-Chemie GmbH. Bei den binären oder ternären Gemischen beträgt der Anteil der unfunktionellen Polydialkylsiloxane bis

zu 15 Gew.-%, vorzugsweise bis zu 5 Gew.-%; der Anteil der monofunktionellen Polydialkylsiloxane bis zu 50 Gew.-%; und der Anteil der difunktionellen Polydialkylsiloxane mindestens 50 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 60 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Silikonanteils b).

[0019] Am meisten bevorzugt als Silikon b) werden  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxane, oder ein binäres Gemisch von  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxanen mit  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxanen, oder ein ternäres Gemisch von  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxanen,  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxanen mit unfunktionalisiertem Polydimethylsiloxan.

[0020] Neben diesen Monomeren können zusätzlich noch hydrolysierbare Silanmonomere c) copolymerisiert werden. Geeignete hydrolysierbare Siliciumverbindungen sind beispielsweise ethylenisch ungesättigte und damit copolymerisierbare Siliciumverbindungen der allgemeinen Formel  $R^2SiR^{2-2}_{0-2}(OR^4)_{1-3}$ , wobei  $R^2$  die Bedeutung  $C_1$ - bis  $C_3$ -Alkylrest,  $C_1$ - bis  $C_3$ -Alkoxyrest oder Halogen (z. B. Cl oder Br) hat,  $R^3$  die Bedeutung  $CH_2=CR^3-(CH_2)_{0-1}$  oder  $CH_2=CR^3CO_2(CH_2)_{1-3}$  hat,  $R^4$  ein unverzweigter oder verzweigter, gegebenenfalls substituierter Alkylrest mit 1 bis 12 C-Atomen, vorzugsweise 1 bis 3 C-Atomen, ist oder ein Acylrest mit 2 bis 12 C-Atomen ist, wobei  $R^4$  gegebenenfalls durch eine Ethergruppe unterbrochen sein kann, und  $R^5$  für H oder  $CH_3$  steht.

[0021] Bevorzugt sind  $\gamma$ -Acryl- bzw.  $\gamma$ -Methacryloxypropyltri(alkoxy)silane,  $\alpha$ -Methacryloxymethyltri(alkoxy)silane,  $\gamma$ -Methacryloxypropylmethyldi(alkoxy)silane, Vinylalkyldi(alkoxy)silane und Vinyltri(alkoxy)silane, wobei als Alkoxygruppen beispielsweise Methoxy-, Ethoxy-, Methoxyethylen-, Ethoxyethylen-, Methoxypropylenglykolether- bzw. Ethoxypropylenglykolether-Reste eingesetzt werden können. Beispiele für geeignete Siliciumverbindungen sind Vinyltrimethoxysilan, Vinylmethyldimethoxysilan, Vinyltriethoxysilan, Vinylmethyldiethoxysilan, Vinyltripropoxysilan, Vinyltriisopropoxysilan, Vinyltris-(1-methoxy)-isopropoxysilan, Vinyltributoxysilan, Vinyltriacetoxysilan, 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan, 3-Methacryloxypropylmethyldimethoxysilan, Methacryloxymethyltrimethoxysilan, 3-Methacryloxypropyl-tris(2-methoxyethoxy)silan, Vinyltrichlorsilan, Vinylmethyldichlorsilan, Vinyltris-(2-methoxyethoxy)silan, Trisacetoxylvinylsilan, Allylvinyltrimethoxysilan, Allyltriacetoxysilan, Vinylmethyldimethoxysilan, Vinylmethylethoxysilan, Vinylmethyldiacetoxysilan, Vinylmethyldiacetoxysilan, Vinylisobutyldimethoxysilan, Vinyltriisopropoxysilan, Vinyltributoxysilan, Vinyltriethoxyloxysilan, Vinylmethoxydiethoxyloxysilan, Vinyltriethoxyloxysilan, Vinylmethoxyoctoxyloxysilan, Vinylmethoxydioctoxyloxysilan, Vinylmethoxydilauryloxyloxysilan, Vinylmethoxylauryloxyloxysilan sowie auch Polyethylenglykol-modifizierte Silane.

[0022] Als Silane werden am meisten bevorzugt Vinyltrimethoxysilan, Vinylmethyldimethoxysilan, Vinyltriethoxysilan, Vinylmethyldiethoxysilan, Vinyltris-(1-methoxy)-isopropoxysilan, Methacryloxypropyl-tris(2-methoxyethoxy)silan, 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan, 3-Methacryloxypropylmethyldimethoxysilan und Methacryloxymethyltrimethoxysilan sowie deren Gemische, insbesondere Gemische von 2 oder mehreren Silanen aus der Gruppe umfassend von 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan oder Methacryloxymethyltrimethoxysilan mit Vinyltrimethoxysilan und Vinyltriethoxysilan.

[0023] Am meisten bevorzugt werden Silikonorganocopolymere, welche als Monomereinheiten a) Vinylacetat, oder Vinylacetat und Ethylen, oder Vinylacetat und VeoVa9, oder Vinylacetat und VeoVa10, oder Vinylacetat, Ethylen und VeoVa10 enthalten; und welche als Silikon b) ein binäres Gemisch von  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxan mit  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxan oder ein ternäres Gemisch von  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxan,  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxan mit unfunktionalisiertem Polydimethylsiloxan enthalten.

[0024] Die Herstellung der Silikonorganocopolymere erfolgt mittels Polymerisation in einem nichtwässrigen, organischen Lösungsmittel, in Gegenwart von Radikalinitiatoren, wobei als nichtwässriges Lösungsmittel ein Gemisch aus mindestens zwei nichtwässrigen Lösungsmitteln eingesetzt wird, von denen mindestens ein nichtwässriges Lösungsmittel eine Übertragungskonstante  $C_s$  zu Vinylacetat von  $C_s > 20 \times 10^{-4}$  bei 70°C aufweist. Die Reaktionstemperatur beträgt 20°C bis 100°C, vorzugsweise 40°C bis 80°C. Im allgemeinen wird bei Normaldruck polymerisiert. Bei der Copolymerisation von bei Raumtemperatur gasförmigen Monomeren wie Ethylen wird unter Druck, im allgemeinen zwischen 1 und 100 bar, gearbeitet. Im allgemeinen wird die Polymerisation bis zu einem Festgehalt von 15 bis 90%, bevorzugt bis zu einem Festgehalt von 20 bis 60%, durchgeführt.

[0025] Geeignete Radikalinitiatoren sind öllösliche Initiatoren, wie t-Butylperoxy-2-ethylhexanoat, t-Butylperoxyisovalat, t-Butylperoxyneodecanoat, Dibenzoylperoxid, t-Amylperoxyisovalat, Di-(2-ethylhexyl)peroxydicarbonat, 1,1-Bis(t-Butylperoxy)-3,3,5-trimethylcyclohexan und Di-(4-t-Butylcyclohexyl)peroxydicarbonat. Geeignet sind auch Azoinitiatoren wie Azobisisobutyronitril. Die Initiatoren werden im allgemeinen in einer Menge von 0.005 bis 3.0 Gew.-%, bevorzugt 0.1 bis 1.5 Gew.-%, bezogen auf Gesamtmonomer, eingesetzt.

[0026] Die Einstellung des Molekulargewichts und des Polymerisationsgrads ist dem Fachmann bekannt. Diese kann z. B. durch Zugabe von Regler, durch den Lösungsmittelgehalt, durch Variation der Initiatorkonzentration und durch Variation der Temperatur erfolgen. Regler oder Kettentransfermittel sind zum Beispiel Acetaldehyd oder Merkaptogruppenhaltige Verbindungen, wie Dodecylmerkaptan oder merkaptogruppenhaltige Silikone.

[0027] Geeignete nichtwässrige, organische Lösungsmittel sind beispielsweise Tetrahydrofuran (THF), Chloroform ( $C_s = 554 \times 10^{-4}$  bei 70°C), Petrolether, Heptan ( $C_s = 17 \times 10^{-4}$  bei 50°C), Cyclohexan ( $C_s = 7 \times 10^{-4}$  bei 60°C), Ethylacetat ( $C_s = 7.8 \times 10^{-4}$  bei 70°C), Methylacetat ( $C_s = 1.6 \times 10^{-4}$  bei 60°C), Isopropanol ( $C_s = 44.6 \times 10^{-4}$  bei 70°C), Ethanol ( $C_s = 26.3 \times 10^{-4}$  bei 70°C), Methanol ( $C_s = 5.5 \times 10^{-4}$  bei 70°C), t-Butanol ( $C_s = 0.5 \times 10^{-4}$  bei 70°C), Aceton ( $C_s = 26 \times 10^{-4}$  bei 70°C), Toluol ( $C_s = 21.1 \times 10^{-4}$  bei 70°C), Benzol ( $C_s = 5.3 \times 10^{-4}$  bei 70°C), Methylcyclohexan ( $C_s = 73.8 \times 10^{-4}$  bei 60°C), Diethylether ( $C_s = 45.3 \times 10^{-4}$  bei 60°C) oder p-Dioxan ( $C_s = 49.1 \times 10^{-4}$  bei 70°C), wobei sich die  $C_s$ -Werte auf Vinylacetat beziehen. Die Übertragungskonstante  $C_s$  der nichtwässrigen Lösungsmittel kann beispielsweise aus Polymer Handbook 4<sup>th</sup> Edition (1999), Kap II entnommen werden, wobei die Werte für Vinylacetat auf den Seiten 142 bis 149 aufgeführt sind. Oben stehende Werte für  $C_s$  wurden dieser Literaturstelle entnommen.

[0028] Bevorzugte Lösungsmittel mit  $C_s > 20 \times 10^{-4}$  bei 70°C sind Ethanol und Isopropanol. Bei den Lösungsmittelgemischen beträgt der Anteil an Lösungsmittel mit  $C_s > 20 \times 10^{-4}$  im allgemeinen 3 bis 50 Gew.-%, vorzugsweise 5 bis 30 Gew.-%, besonders bevorzugt 7 bis 20 Gew.-%. Besonders bevorzugt werden Lösungsmittelgemische mit Isopropanol; am meisten bevorzugt wird ein Gemisch aus Ethylacetat und Isopropanol.

[0029] Die Polymerisation kann unter Vorlage aller oder einzelner Bestandteile des Reaktionsgemisches, oder unter

teilweiser Vorlage und Nachdosierung der oder einzelner Bestandteile des Reaktionsgemisches, oder nach dem Dosierverfahren ohne Vorlage durchgeführt werden. Vorzugsweise wird so vorgegangen, dass 3 bis 40 Gew.-% eines Gemisches aus den Monomeren a), b) und gegebenenfalls c) in den gewünschten Mengenverhältnissen vorgelegt werden und der Rest der Monomere a), b) und gegebenenfalls c) als Gemisch zudosiert wird. Weiter ist bevorzugt, den Initiator teilweise, vorzugsweise zu 3 bis 50 Gew.-%, vorzulegen, und den Rest zuzudosieren. Besonders bevorzugt werden die Monomere a), b) und gegebenenfalls c) so zugegeben, dass deren Verhältnis zu jedem Zeitpunkt der Polymerisation stets konstant bleibt.

[0030] Nach Abschluß der Polymerisation kann zur Restmonomerentfernung in Anwendung bekannter Methoden nachpolymerisiert werden. Flüchtige Restmonomere und weitere flüchtige Bestandteile können auch mittels Destillation, vorzugsweise unter reduziertem Druck, entfernt werden.

[0031] Die Silikonorganocopolymere können in Form deren Lösung oder nach Entfernung des Lösungsmittels bzw. Ausfällen des Harzanteils als Festharz verwendet werden. Im letzteren Fall geht man im allgemeinen so vor, dass das Harz aufgeschmolzen wird und anschließend zu Granulat verarbeitet wird.

[0032] Zur Herstellung der Verseifungsprodukte wird das Silikonorganocopolymere in dem Fachmann bekannter Weise in alkoholischer Lösung verseift, wobei die dabei üblichen sauren oder alkalischen Katalysatoren eingesetzt werden. Geeignete Lösungsmittel sind aliphatische Alkohole mit 1 bis 6 C-Atomen, vorzugsweise Methanol oder Ethanol. Die Verseifung kann aber auch in einer Mischung bestehend aus Wasser und aliphatischem Alkohol durchgeführt werden. Saure Katalysatoren sind beispielsweise starke Mineralsäuren, wie Salzsäure oder Schwefelsäure, oder starke organische Säuren, wie aliphatische oder aromatische Sulphonsäuren. Bevorzugt werden alkalische Katalysatoren eingesetzt. Dies sind beispielsweise die Hydroxide, Alkoholate und Carbonate von Alkali- oder Erdalkalimetallen. Die Katalysatoren werden in Form deren wässrigen oder alkoholischen Lösungen eingesetzt. Die eingesetzten Mengen an alkalischem Katalysator betragen im allgemeinen 0.2 bis 20.0 Mol.-%, bezogen auf Silikonorganopolymer.

[0033] Die Verseifung wird im allgemeinen bei Temperaturen von 20°C bis 70°C, vorzugsweise 30°C bis 60°C, durchgeführt. Durch Zugabe der Katalysatorlösung wird die Umesterung initiiert. Bei Erreichen des gewünschten Hydrolysegrades, im allgemeinen zwischen 40 und 100 Mol.-%, wird die Umesterung abgebrochen. Bei sauer katalysierter Umesterung erfolgt der Abbruch durch Zugabe von alkalischen Reagentien. Bei der bevorzugten alkalisch katalysierten Umesterung erfolgt der Abbruch durch Zugabe von sauren Reagentien, wie Carbonsäuren oder Mineralsäuren. Nach Beendigung der Verseifungsreaktion wird das Produkt von der flüssigen Phase abgetrennt. Dies kann mittels gebräuchlicher Vorrichtungen zur Fest/Flüssig-Trennung erfolgen, beispielsweise mittels Zentrifugation oder Filtration.

[0034] Die Silikonorganocopolymere eignen sich als Trenn- und Beschichtungsmittel. Beispielsweise zur Herstellung von abhäsigen (nicht klebenden) Überzügen im Release-Coating. Sie sind auch geeignet zur Beschichtung von Textil, Papier, Folien und Metallen, beispielsweise als Schutzbeschichtung oder als Antifouling-Beschichtung. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist der Bautenschutz, insbesondere zur Herstellung von witterungsbeständigen Beschichtungen oder Dichtstoffen. Sie sind auch als Modifizierungs- und Hydrophobierungsmittel geeignet und als Additiv für Kosmetika, wie Haarsprays oder Haarfixiermittel.

[0035] Die Silikonorganocopolymere werden vorzugsweise zur Herstellung von abhäsigen Überzügen, also klebrige Stoffe abweisende Überzüge, beispielsweise bei Trennpapier, Trennkunststofffolien oder Trennfilmen, verwendet. Die Silikonorganocopolymere können dazu durch Extrusion auf die Substrate aufgebracht werden oder bei der Herstellung der Folien in einem Coextrusionsvorgang mitaufgebracht werden. Die Silikonorganocopolymere können auch, vorzugsweise als Lösungen in organischen Lösungsmitteln, wie Toluol, Benzin, Ethylacetat oder Xylol, auf klebrige Stoffe abweisend zu machenden Oberflächen aufgetragen werden. Das Auftragen kann in beliebiger, für die Herstellung von Überzügen aus flüssigen Stoffen geeigneter und vielfach bekannter Weise erfolgen, beispielsweise durch Tauchen, Streichen, Gießen, Sprühen, Aufwalzen, Drucken, z. B. mittels einer Offsetgravur-Überzugsvorrichtung, Messer- oder Rakel-Beschichtung oder mittels einer Luftbürste.

[0036] Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise werden Silikonorganocopolymere zugänglich, welche sich durch hohe Transparenz (glasklare Produkte) und vernachlässigbare Migration des Silikonanteils auszeichnen. Aufgrund des Einsatzes des kennzeichnenden Lösungsmittelgemisches wird die Verträglichkeit zwischen dem Organopolymeranteil und dem Silikonanteil derart erhöht, dass die Phasenseparation, welche zu Trübung und Migrationseffekten führt, vermieden wird. Der Einsatz des Lösungsmittelgemisches führt auch zu Produkten mit einer vorteilhaften, definierten Schmelzrheologie, das heißt einer komplexen Schmelzviskosität von 5 bis 30000 Pas und einem Phasenwinkel  $\delta$  von  $\geq 45^\circ$ , jeweils ab einer bestimmten Temperatur oder innerhalb eines Temperaturfensters im Temperaturbereich von 100°C bis 140°C.

[0037] Der Phasenwinkel  $\delta$  ist wie folgt definiert:  $\tan \delta = G''/G'$ , wobei  $G'$  der Speichermodul ist und die elastischen Eigenschaften beschreibt, und  $G''$  für den Verlustmodul steht, der eine Aussage über die viskosen Eigenschaften liefert. Diese definierte Schmelzviskosität bedeutet, dass die Silikonorganocopolymeren trotz des hohen Silikonanteils ein ausgeprägtes thermoplastisches Verhalten zeigen und deshalb sehr gut zu verarbeiten sind.

#### Beispiele

##### Regler (Mercapto-PDMS)

[0038] Mercapto-Polydimethylsiloxan mit einer Kettenlänge von etwa 150 Dimethylsiloxan-Gruppen und etwa 3 Mercaptopropylgruppen in der Kette.

##### PDMS-Gemisch

[0039] Gemisch aus drei Polydimethylsiloxanen mit einer Kettenlänge von jeweils etwa 100 Dimethylsiloxan-Einheiten, welches 5 Gew.-% unfunktionalisiertes Polydimethylsiloxan, 20 Gew.-%  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxan und

75 Gew.-%  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxan enthält.

#### Vergleichsbeispiel 1

- 5 [0040] In einem 21-Glasrührtopf mit Ankerrührer, Rückflußkühler und Dosiereinrichtungen wurden 675.0 g Ethylacetat, 7.0 g PDMS-Gemisch, 0.8 g Regler, 1.1 g PPV (t-Butylperpivalat, 75%-ige Lösung in Aliphaten) und 70.6 g Vinylacetat vorgelegt. Anschließend wurde die Vorlage bei einer Rührerdrehzahl von 200 Upm auf 70°C aufgeheizt. Nach Erreichen der Innentemperatur von 70°C wurde die Initiator dosierung (30.9 g Ethylacetat und 4.1 g PPV) mit einer Rate von 7.6 ml/h gestartet. Zehn Minuten nach dem Start der Initiator dosierung wurde die Monomer dosierung (56.5 g  
10 PDMS-Gemisch, 6.3 g Regler und 564.9 g Vinylacetat) mit einer Rate von 168 ml/h, eingefahren. Die Initiator dosierung erstreckte sich über einen Zeitraum von 310 Min, die Monomer dosierung endete 60 Min früher. Nach Ende beider Dosierungen wurde noch 90 Min bei 70°C nachpolymerisiert. Die erhaltene 2-phasige Polymerlösung wurde anschließend im Rotationsverdampfer unter Erwärmen zur Trockne eingeeengt. Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur wurde ein hartes, trübes bzw. weißes Harz erhalten.
- 15 Analysen: FG: 96.8%, GC-Analyse: Rest-VAc-Gehalt 0.96%, Säurezahl 1.12 mgKOH/g, Viskosität (Höppler, 10%-ige Lösung in Ethylacetat) = 3.60 mPas, SEC  $M_w$  = 65325,  $M_n$  = 20734, Polydispersität = 3.15;  
2 Glasübergangstemperaturen ( $T_g$ ):  $T_{g1}$  = -121.0°C (Silikon),  $T_{g2}$  = 34.1°C (PVAc)

#### Beispiel 2

- 20 [0041] Es wurde analog Vergleichsbeispiel 1 vorgegangen, mit folgendem Unterschied:  
Vorlage: 737.2 g Ethylacetat, 137.2 g Isopropanol, 9.5 g PDMS-Gemisch, 0.5 g PPV und 34.3 g Vinylacetat.  
Initiator dosierung: 51.4 g Ethylacetat und 2.0 g PPV mit einer Rate von 11.5 ml/h über 310 Min.  
Monomer dosierung: 76.2 g PDMS-Gemisch und 274.3 g Vinylacetat mit einer Rate von 93.4 ml/h über 240 Min.  
25 Nachpolymerisation bei 70°C für 90 Min. Es wurde eine 1-phasige Polymerlösung erhalten, die wie oben beschrieben getrocknet wurde. Es resultierte ein bei Raumtemperatur transparentes Harz.  
Analysen: FG: 99.0%, GC-Analyse: Rest-VAc-Gehalt 0.019%; Rest-Ethylacetat-Gehalt 0.8%; Rest-Isopropanol-Gehalt 0.17%; Säurezahl 2.81 mgKOH/g, Viskosität (Höppler, 10%-ige Lösung in Ethylacetat) = 1.24 mPas, SEC  $M_w$  = 16179,  $M_n$  = 5634, Polydispersität = 2.9;  $T_g$  = 27.0°C.

#### Vergleichsbeispiel 3

- [0042] Es wurde analog Vergleichsbeispiel 1 vorgegangen, mit folgendem Unterschied:  
Vorlage: 93.1 g Ethylacetat, 140.6 g PDMS-Gemisch, 2.1 g PPV und 140.6 g Vinylacetat.  
35 Initiator dosierung: 61.5 g Ethylacetat und 8.2 g PPV mit einer Rate von 15.2 ml/h über 310 Min.  
Monomer dosierung: 1120.0 g Vinylacetat mit einer Rate von 302.5 ml/h über 240 Min.  
Nachpolymerisation bei 70°C für 90 Min. Kurz nach dem Start der Initiator dosierung trat sehr starke Eindickung auf, worauf mit 400 ml Ethylacetat verdünnt wurde. Trocknung des Produktes wie oben beschrieben.  
Analysen: nicht aufarbeitbar! Weiße, vernetzte Masse, von Lösungsmittel gequollen.

#### Vergleichsbeispiel 4

- [0043] Es wurde analog Vergleichsbeispiel 1 vorgegangen, mit folgendem Unterschied:  
Vorlage: 675.3 g Ethylacetat, 7.9 g PDMS-Gemisch, 1.1 g PPV und 70.6 g Vinylacetat.  
45 Initiator dosierung: 30.9 g Ethylacetat und 4.1 g PPV mit einer Rate von 15.2 ml/h über 310 Min.  
Monomer dosierung: 62.8 g PDMS-Gemisch und 565.0 g Vinylacetat mit einer Rate von 302.5 ml/h über 240 Min.  
Nachpolymerisation bei 70°C für 120 Min. Trocknung des Produktes wie oben beschrieben.  
Analysen: FG: 99.6%, GC-Analyse: Rest-VAc-Gehalt < 5 ppm; Säurezahl 1.68 mgKOH/g, Viskosität (Höppler, 10%-ige Lösung in Ethylacetat) = 6.1 mPas, SEC  $M_w$  = 135808,  $M_n$  = 23483, Polydispersität = 5.8; 2 Glasübergangstemperaturen  
50 ( $T_g$ ):  $T_{g1}$  = -123.0°C (Silikon),  $T_{g2}$  = 32.8°C (PVAc)

#### Beispiel 5

- [0044] In einem 120 l-Rührkessel mit Ankerrührer, Rückflußkühler und Dosiereinrichtungen wurden 34.17 kg Ethylacetat, 3.42 kg Isopropanol, 189.6 g PDMS-Gemisch, 25.6 g PPV und 1.71 kg Vinylacetat vorgelegt. Anschließend wurde der Rührkessel bei einer Rührerdrehzahl von 95 Upm auf 70°C aufgeheizt. Nach Erreichen der Innentemperatur von 70°C wurde die Initiator dosierung (2.56 kg Ethylacetat und 99.7 g PPV mit einer Rate von 512.0 g/h gestartet. Zehn Minuten nach dem Start der Initiator dosierung wurde die Monomer dosierung (1.52 kg PDMS-Gemisch und 13.67 kg Vinylacetat) mit einer Rate von 3.80 kg/h eingefahren. Die Initiator dosierung erstreckte sich über einen Zeitraum von  
60 310 Min, die Monomer dosierung endete 60 Min früher. Nach Ende beider Dosierungen wurde noch 120 Min bei 70°C nachpolymerisiert. Die erhaltene 1-phasige Polymerlösung wurde anschließend im Rührkessel bei 95°C und Zugabe von 1000 ml Wasser destilliert und anschließend bei 120°C 1 Std. getrocknet. Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur wurde ein hartes, transparentes Harz erhalten.  
Analysen: FG: 99.80%, GC-Analyse: Rest-VAc-Gehalt < 5 ppm; Rest-Ethylacetat 89 ppm; Rest-Isopropanol 10 ppm,  
65 Säurezahl 2.80 mgKOH/g, Viskosität (Höppler, 10%-ige Lösung in Ethylacetat) = 1.39 mPas, SEC  $M_w$  = 14521,  $M_n$  = 5445, Polydispersität = 2.67;  
 $T_g$  = 30.8°C.



## Beispiel 6

[0045] Es wurde analog Beispiel 5 vorgegangen, mit folgendem Unterschied:

Vorlage: 29.95 kg Ethylacetat, 7.49 kg Isopropanol; 614.6 g PDMS-Gemisch, 18.7 g PPV und 1.25 kg Vinylacetat.

Initiatordosierung: 1.87 kg Ethylacetat und 72.8 g PPV mit einer Dosierate von 375.0 g/h über 310 min.

Monomerdosierung: 4.92 kg PDMS-Gemisch und 9.98 kg Vinylacetat mit einer Dosierate von 3.73 kg/h über 240 min.

Die Aufarbeitung erfolgte analog Beispiel 5.

Analysen: FG: 99.67%, GC-Analyse: Rest-VAc-Gehalt < 5 ppm; Säurezahl 3.93 mgKOH/g; Viskosität (Höppler, 10%-ige Lösung in Ethylacetat) = 1.35 mPas, SEC  $M_w = 15494$ ,  $M_n = 4471$ , Polydispersität  $D = 3.47$ ;  $T_g = 24.9^\circ\text{C}$ .

## Vergleichsbeispiel 7

[0046] Es wird ein im Handel erhältliches Polyvinylacetat-Homopolymer-Festharz (Vinnapas B 1,5 der Wacker Polymer Systems) bei der Testung eingesetzt.

## Anwendungstechnische Prüfungen

## Bestimmung der Releasewerte

[0047] Die Siliconorganocopolymere aus den (Vergleichs)Beispielen wurden in Toluol oder Ethylacetat mit einer Konzentration von 40 oder 50 Gew.-% gelöst. PP-Folien (Polypropylen-Folien) oder PET-Folien (Polyethylenterephthalat-Folien) wurden jeweils mit der Lösung mit Hilfe eines Glasstabs beschichtet (Schichtdicke ca. 40  $\mu\text{m}$ ), und die adhäsiven Eigenschaften wurden nach FINAT Test Methode Nr. 3 mit den im Handel erhältlichen TESA Testklebebandern A 7475, K 7476, und T 154 bestimmt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst. Je niedriger der Testwert, umso höher ist der Releaseeffekt (umso besser das Releaseverhalten). Bei einem Polymer, das so adhäsiv ist, dass sich der Tesa-Steifen nicht mehr von der Beschichtung mit diesem Polymer trennen läßt, wird die Bezeichnung "verblockt" verwendet. Hier gibt es keine adhäsiven Eigenschaften mehr, ein Messwert kann nicht erhalten werden.

## Migrationstest

[0048] Die Siliconorganocopolymere aus den (Vergleichs)Beispielen wurden in Toluol oder Ethylacetat mit einer Konzentration von 40 Gew.-% gelöst. Die PP-Folien (Polypropylen-Folien) oder PET-Folien (Polyethylenterephthalat-Folien) wurden jeweils mit der Lösung mit Hilfe eines Glasstabs beschichtet (Schichtdicke ca. 40  $\mu\text{m}$ ). Die ausgehärtete Beschichtung wurde mit Tesa-Film beklebt, das Tesa-Band mit dem Finger festgedrückt, und danach abgezogen. Der Vorgang wurde zweimal wiederholt. Zur Beurteilung wurde das Tesa-Band auf sich selbst geklebt ("Loop-Test") und auseinandergezogen.

[0049] Die Beurteilung erfolgt mit dem Schulnotensystem in 6 Stufen:

Note 1: keine Migration, Tesa klebt genauso gut wie vorher (= sehr gutes Resultat);

Note 6: sehr starke Migration; Tesaband klebt nicht mehr auf sich selbst, Kleber durch Silikon geschädigt (= sehr schlechtes Resultat)

## Klebkrafterhaltung bzw. Restklebkraft

[0050] Analog der obigen Tests wurde das Silikonorganocopolymere auf Folie aufgetragen und ausgehärtet. Die ausgehärtete Beschichtung wurde mit Tesa-Film beklebt, das Tesa-Band mit dem Finger festgedrückt, und der Tesa-Film 24 h auf der beschichtete Folie belassen. Anschließend wurde der Tesa-Film abgezogen und dann auf ein unbeschichtetes Substrat geklebt.

[0051] Die Messung der Kraft für das Abziehen wurde bezogen auf den Kraftaufwand für einen gleichen Tesa-Streifen, der nicht vorher auf eine beschichtete Folie geklebt war.

[0052] Bei diesem Test ist ein hoher Prozentwert am besten; dies bedeutet 100% ist erreicht bei keiner Klebkraftminderung und keiner Kleberschädigung.

## Optische Beurteilung der Transparenz

1: absolut transparent, glasklar

2: ganz leichte Eintrübung

3: merkliche Eintrübung

4: starke Eintrübung, Produkt ist weiß, undurchsichtig

[0053] Die Ergebnisse der vorgenannten Tests sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

## Blocktest

[0054] Ein DIN A4 Papier wurde jeweils mit einer 40%-igen Lösung des Silikonorganocopolymeren in Ethylacetat aus den (Vergleichs)Beispielen beschichtet (Dicke: 500 Mikrometer mit Rakel) und für 5 Tage getrocknet.

[0055] Anschließend wurde eine Probe mit einer Fläche von 5 cm  $\times$  5 cm herausgeschnitten. Die Probestreifen wurden jeweils auf gleich dimensionierte Probenstreifen von unbehandeltem Papier gelegt, anschließend zwischen zwei Glasplatten gelegt, und 24 Stunden lang bei 40°C ( $T > T_g$ ) mit einem Gewicht von 5 kg beschwert. Die Verblockung wurde

getestet, indem die beiden Papierflächen händisch auseinandergezogen wurden.

Note 1: Papiere lassen sich leicht trennen, keine Verblockung, kein Papierriß, keine Papierfasern verbleiben auf der Beschichtung

Note 2: Papiere lassen sich schwerer trennen, auf der Beschichtung bleiben einige Papierfasern, leichter Papierriß; leichtes Verblocken

Note 3: Die Papiere sind ideal miteinander verklebt und nicht mehr zu trennen, keinerlei abhäsive Wirkung des Polymers. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

#### Schmelzrheologie

[0056] Die Schmelzrheologie wurde mit dem Gerät Bohlin CVO 120 HR in einem Temperaturbereich von 100°C bis 180°C, in Ausnahmefällen bis 220°C bestimmt. Es wurde das Meßsystem Platte/Platte gewählt, mit einem Spaltabstand von 200 bis 1000 µm (je nach Probe). Mit oszillierenden Messungen bei einer Frequenz von 1 Hz wurden die komplexe Schmelzviskosität  $\eta^*$ , der Speichermodul  $G'$  und der Verlustmodul  $G''$  bestimmt. Der Phasenwinkel  $\delta$  wird mit  $\tan \delta = G''/G'$  bestimmt.

[0057] Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 1

Bsp.	Vorlage PDMS %	Vorlage Regler %	GT IP	RE1 N/m	RE2 N/m	RE3 N/m	MI Note	RK %	T (Note) Phasen
Vbsp. 1 FG: 50 %	11.1	11.1	-	152	-	68	3-4	85	4, weiß, 2-phasig
Bsp. 2 FG: 30 %	11.1	-	34.8	81	37	46	1-2	99	1 1-phasig
V.bsp. 3 FG: 90 %	100	-	-	-	-	-	-	-	4, weiß, vernetzt
V.bsp. 4 FG: 50 %	11.1	-	-	-	-	-	-	-	4, weiß, vernetzt
Bsp. 5 FG: 30 %	11.1	-	20	131	62	61	1-2	97	1 1-phasig
Bsp. 6 FG: 30 %	11.1	-	44.7	37	42	3.3	1	97.5	1 1-phasig
V.bsp. 7	-	-	-	vb	vb	vb	-	-	1 1-phasig

GT IP = Gewichtsteile Isopropanol, bezogen auf das Gesamtgewicht der eingesetzten Monomere.

RE1 = Release-Wert mit Testklebeband A7475

RE2 = Release-Wert mit Testklebeband K7476

RE3 = Release-Wert mit Testklebeband T154

Vb = verblockt

MI = Migrationsbewertung

RK = Restklebekraft

T = Optische Beurteilung der Transparenz des getrockneten Silikonorganocopolymeren

Phasen = Phasenverhalten des Silikonorganocopolymers, 30%-ig in Ethylacetat

[0058] Der Vergleich der Ergebnisse in Tabelle 1 für Vergleichsbeispiel 1 (nur Ethylacetat) mit den Beispielen 2, 5, 6 (Lösungsmittelgemisch Ethylacetat/Isopropanol) zeigt, dass nur mit dem Lösungsmittelgemisch bezüglich Migration und Restklebekraft die gewünschten Produkte erhalten werden.

[0059] Der Vergleich der Vergleichsbeispiele 1, 3 und 4 (nur Ethylacetat) mit den Beispielen 2, 5, 6 (Lösungsmittelgemisch Ethylacetat/Isopropanol) zeigt, dass nur mit dem Lösungsmittelgemisch bezüglich Phasenverhalten und Transparenz die gewünschten Produkte erhalten werden.

[0060] Ein Vergleich von Vergleichsbeispiel 7 mit den Beispielen 5, 2 und 6 belegt, dass mit der Zunahme des Silikonanteils die Releasewerte abnehmen. Dies unterstreicht die abhäsive Wirkung des Silikonanteils. Ganz ohne Silikon wird keinerlei Releaseverhalten beobachtet, wie Vergleichsbeispiel 7 belegt.



Tabelle 2

Beispiel	Blocktest
V.bsp. 1	2
Bsp. 2	1
V.bsp. 3	Nicht möglich
V.bsp. 4	Nicht gemessen
Bsp. 5	2
Bsp. 6	1
V.bsp. 7	3

[0061] Der Vergleich der Beispiele 2, 5 und 6 mit dem Vergleichsbeispiel 7 zeigt erneut, dass durch Modifizierung mit Silikonanteilen das Blockverhalten von Vinylacetat-Festharzen deutlich verbessert wird.

Tabelle 3

Werte bei Temperatur 100 °C					
Beispiel	$\delta$ (°)	$\eta^*$ (Pas)	$G'$ (Pa)	$G''$ (Pa)	Bemerkung
V.bsp. 1	54.2	11767	43302	59930	Thermoplast, 2-phasig
Bsp. 2	56.2	895	3132	4674	Thermoplast, 1-phasig
V.bsp. 3	-	-	-	-	Vernetzt
Bsp. 5	77.8	950	1256	5835	Thermoplast, 1-phasig
Werte bei T = 140°C					
V.bsp. 4	43.5	5047	22985	21845	Vernetzt, 2-phasig
Bsp. 6	48.7	93	387	440	Thermoplast, 1-phasig

$\delta$  = Phasenwinkel;  $\eta^*$  = Komplexe Schmelzviskosität;  $G'$  = Speichermodul;  $G''$  = Verlustmodul

[0062] Der Vergleich der Beispiele 2, 5 und 6 mit den Vergleichsbeispielen 1, 3 und 4 zeigt, dass nur mit dem anspruchsgemäßen Lösungsmittelgemisch die geforderte Schmelzrheologie erhalten wird.

#### Patentansprüche

1. Silikonorganocopolymere und deren Verseifungsprodukte, erhältlich mittels Polymerisation in einem nichtwässrigen Lösungsmittel, in Gegenwart von Radikalinitiatoren, von

a1)  $\geq 50$  Gew.-% eines oder mehrerer Monomere aus der Gruppe umfassend Vinylester von unverzweigten oder verzweigten Alkylcarbonsäuren mit 1 bis 15 C-Atomen, und

a2) 0 bis 20 Gew.-% eines oder mehrerer Monomere aus der Gruppe umfassend einfach ungesättigte Olefine sowie Diene, und

b) 1 bis 50 Gew.-% von einem oder mehreren Silikonen mit der allgemeinen Formel  $R^1_a R_{3-a} SiO(SiR_2O)_n SiR_{3-a} R^1_a$ , wobei R gleich oder verschieden ist, und einen einwertigen, gegebenenfalls substituierten, Alkylrest oder Alkoxyrest mit jeweils 1 bis 18 C-Atomen bedeutet,  $R^1$  eine polymerisierbare Gruppe bedeutet, a 0 oder 1 ist, und n = 10 bis 1000, wobei 85 bis 100 Gew.-% der Silikone b) ein bis zwei polymerisierbare Gruppen enthalten, wobei Silikone b) mit nur einer polymerisierbaren Gruppe nur im Gemisch mit Silikonen b) mit zwei polymerisierbaren Gruppen und in einem Gewichtsverhältnis  $\leq 50/50$  eingesetzt

werden, und

c) 0 bis 10 Gew.-% von einem oder mehreren hydrolysierbaren Silan-Monomeren aus der Gruppe umfassend ethylenisch ungesättigte, hydrolysierbare Siliciumverbindungen und hydrolysierbare Siliciumverbindungen aus der Gruppe der Mercaptosilane,

wobei die Angaben in Gew.-% für die Komponenten a) bis c) jeweils auf das Gesamtgewicht der eingesetzten Monomere bezogen sind und sich auf 100 Gew.-% aufaddieren, dadurch gekennzeichnet, dass als nichtwässriges Lösungsmittel ein Gemisch aus mindestens zwei nichtwässrigen Lösungsmitteln eingesetzt wird, von denen mindestens ein nichtwässriges Lösungsmittel eine Übertragungskonstante  $C_s$  zu Vinylacetat von  $> 20 \times 10^{-4}$  bei  $70^\circ\text{C}$  aufweist, und gegebenenfalls Verseifung der damit erhältlichen Produkte.

2. Silikonorganocopolymere gemäß Anspruch 1 mit einer komplexen Schmelzviskosität von 5 bis 30000 Pas und einem Phasenwinkel  $\delta$  von  $\geq 45^\circ$ , jeweils im Bereich von  $100^\circ\text{C}$  bis  $140^\circ\text{C}$ .

3. Silikonorganocopolymere gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Silikon b) ein oder mehrere Silikone aus der Gruppe umfassend  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxane,  $\alpha,\omega$ -Di-(3-acryloxypropyl)-Polydimethylsiloxane,  $\alpha,\omega$ -Di-(3-methacryloxypropyl)-Polydimethylsiloxane,  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxane,  $\alpha$ -Mono-(3-acryloxypropyl)-Polydimethylsiloxane,  $\alpha$ -Mono-(acryloxymethyl)-Polydimethylsiloxane,  $\alpha$ -Mono-(3-methacryloxypropyl)-Polydimethylsiloxane eingesetzt werden.

4. Silikonorganocopolymere gemäß Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Silikon b)  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxane, oder ein binäres Gemisch von  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxanen mit  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxanen, oder ein ternäres Gemisch von  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxanen,  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxanen mit unfunktionalisierten Polydimethylsiloxanen verwendet wird.

5. Silikonorganocopolymere gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei den binären oder ternären Gemischen der Anteil der unfunktionellen Polydialkylsiloxane bis zu 15 Gew.-%, der Anteil der monofunktionellen Polydialkylsiloxane bis zu 50 Gew.-%, und der Anteil der difunktionellen Polydialkylsiloxane mindestens 50 Gew.-% beträgt, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Silikonanteils b).

6. Silikonorganocopolymere nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als hydrolysierbare Silanmonomere c) ethylenisch ungesättigte und damit copolymerisierbare Siliciumverbindungen der allgemeinen Formel  $\text{R}^3\text{SiR}^{2-2}(\text{OR}^4)_{1-3}$  eingesetzt werden, wobei  $\text{R}^2$  die Bedeutung  $\text{C}_1$ - bis  $\text{C}_3$ -Alkylrest,  $\text{C}_1$ - bis  $\text{C}_3$ -Alkoxyrest oder Halogen hat,  $\text{R}^3$  die Bedeutung  $\text{CH}_2=\text{CR}^3-(\text{CH}_2)_{0-1}$  oder  $\text{CH}_2=\text{CR}^5\text{CO}_2(\text{CH}_2)_{1-3}$  hat,  $\text{R}^4$  ein unverzweigter oder verzweigter, gegebenenfalls substituierter Alkylrest mit 1 bis 12 C-Atomen ist oder ein Acylrest mit 2 bis 12 C-Atomen ist, wobei  $\text{R}^4$  gegebenenfalls durch eine Ethergruppe unterbrochen sein kann, und  $\text{R}^5$  für H oder  $\text{CH}_3$  steht.

7. Silikonorganocopolymere nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Monomere a) Vinylacetat, oder Vinylacetat und Ethylen, oder Vinylacetat und Vinylester von  $\alpha$ -verzweigten Monocarbonsäuren mit 9 oder 10 C-Atomen oder Vinylacetat, Ethylen und Vinylester von  $\alpha$ -verzweigten Monocarbonsäuren mit 9 oder 10 C-Atomen, enthalten sind und als Silikon b) ein binäres Gemisch von  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxan mit  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxan oder ein ternäres Gemisch von  $\alpha,\omega$ -Divinyl-Polydimethylsiloxan,  $\alpha$ -Monovinyl-Polydimethylsiloxan mit unfunktionalisiertem Polydimethylsiloxan verwendet wird.

8. Silikonorganocopolymere nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösungsmittelgemisch ein oder mehrere Lösungsmittel enthält aus der Gruppe umfassend Tetrahydrofuran, Chloroform, Heptan, Cyclohexan, Petrolether, Diethylether, Methylethylketon, p-Dioxan, Ethylacetat, Methylacetat, Isopropanol, Ethanol, Methanol, t-Butanol, Aceton, Toluol oder Benzol.

9. Silikonorganocopolymere nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil an Lösungsmittel mit  $C_s > 20 \times 10^{-4}$  im Lösungsmittelgemisch 3 bis 50 Gew.-% beträgt.

10. Silikonorganocopolymere nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösungsmittelgemisch Ethanol und/oder Isopropanol enthält.

11. Silikonorganocopolymere nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lösungsmittelgemisch aus Ethylacetat und Isopropanol eingesetzt wird.

12. Verfahren zur Herstellung von Silikonorganocopolymere und deren Verseifungsprodukte mittels Polymerisation in einem nichtwässrigen Lösungsmittel, in Gegenwart von Radikalinitiatoren, von

a1)  $\geq 50$  Gew.-% eines oder mehrerer Monomere aus der Gruppe umfassend Vinylester von unverzweigten oder verzweigten Alkylcarbonsäuren mit 1 bis 15 C-Atomen, und

a2) 0 bis 20 Gew.-% eines oder mehrerer Monomere aus der Gruppe umfassend einfach ungesättigte Olefine sowie Diene, und

b) 1 bis 50 Gew.-% von einem oder mehreren Silikonen mit der allgemeinen Formel  $\text{R}^1_a\text{R}_{3-a}\text{SiO}(\text{SiR}_2\text{O})_n\text{SiR}_{3-a}\text{R}^1_a$ , wobei R gleich oder verschieden ist, und einen einwertigen, gegebenenfalls substituierten, Alkylrest oder Alkoxyrest mit jeweils 1 bis 18 C-Atomen bedeutet,  $\text{R}^1$  eine polymerisierbare Gruppe bedeutet, a 0 oder 1 ist, und  $n = 10$  bis 1000,

wobei 85 bis 100 Gew.-% der Silikone b) ein bis zwei polymerisierbare Gruppen enthalten, wobei Silikone b) mit nur einer polymerisierbaren Gruppe nur im Gemisch mit Silikonen b) mit zwei polymerisierbaren Gruppen und in einem Gewichtsverhältnis  $\leq 50/50$  eingesetzt werden, und

c) 0 bis 10 Gew.-% von einem oder mehreren hydrolysierbaren Silan-Monomeren aus der Gruppe umfassend ethylenisch ungesättigte, hydrolysierbare Siliciumverbindungen und hydrolysierbare Siliciumverbindungen aus der Gruppe der Mercaptosilane,

wobei die Angaben in Gew.-% für die Komponenten a) bis c) jeweils auf das Gesamtgewicht der eingesetzten Monomere bezogen sind und sich auf 100 Gew.-% aufaddieren, dadurch gekennzeichnet, dass als nichtwässriges Lösungsmittel ein Gemisch aus mindestens zwei nichtwässrigen Lösungsmitteln eingesetzt wird, von denen mindestens ein nichtwässriges Lösungsmittel eine Übertragungskonstante  $C_s$  zu Vinylacetat von  $> 20 \times 10^{-4}$  bei  $70^\circ\text{C}$  aufweist, und gegebenenfalls Verseifung der damit erhältlichen Produkte.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass 3 bis 40 Gew.-% eines Gemisches aus den Mono-

meren a), b) und gegebenenfalls c) in den gewünschten Mengenverhältnissen vorgelegt werden und der Rest der Monomere a), b) und gegebenenfalls c) als Gemisch zudosiert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass das damit erhaltene Silikonorganocopolymere in alkoholischer Lösung, in Gegenwart von sauren oder alkalischen Katalysatoren, verseift wird.

15. Verwendung der Silikonorganocopolymere aus Anspruch 1 bis 11 als Trenn- und Beschichtungsmittel zur Herstellung von abhäsiven Überzügen. 5

16. Verwendung der Silikonorganocopolymere aus Anspruch 1 bis 11 als Beschichtungsmittel zur Beschichtung von Textil, Papier, Folien und Metallen.

17. Verwendung der Silikonorganocopolymere aus Anspruch 1 bis 11 im Bautenschutz zur Herstellung von witterungsbeständigen Beschichtungen oder Dichtstoffen. 10

18. Verwendung der Silikonorganocopolymere aus Anspruch 1 bis 11 als Modifizierungs- und Hydrophobierungsmittel.

19. Verwendung der Silikonorganocopolymere aus Anspruch 1 bis 11 als Additiv für Kosmetika, insbesondere Haarsprays und Haarfixiermittel. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -